

Sinop ve Skanitlerinin petrolojisi ve jeokimyası

Petrology and geochemistry of the Sinop volcanics.

HALİL BAŞ, Selçuk Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Jeoloji Bölümü, Konya

ÖZ : Pontidlerdeki volkanizmanın en yaygın olduğu bölgelerden biri Sinop çevresidir. Volkanitleri başlıca volkanik konglomeralar, akıntı breşleri, yastık lavları, dayklar ve bunlarla ilgili akıntılarla az oranda tüfler oluşturur.

Bazaltik ve andezitik bileşimli bu volkanitlerde başlıca ojit, enstatit, olivin, biyotit, opak mineral, plajiyoklas ve analsim yer alır. İkincil mineral olarak klorit, zeolit, kalsit, prehnit ve opak mineral bulunmaktadır.

Genelde kalkalkali özellik gösteren kayaların bazalt, andezit, latitbazalt-latitandezit oldukları görülmüştür. İz elementlerin (Ti, Cr, Zr, Sr, Y) dağılımları, yüksek V/Ni ve düşük Ti/V değerleri volkanitlerin ada yayı özelliğini vurgulamaktadır.

Gerek Sinop volkanitleri, gerekse Pontidlerdeki Üst Kretase-Eosen volkanitlerinin Anadolu Tetisi'nin (Neotetis) Üst Kretase-Eosen aralığında Pontidler altına yitimi sonucu oluştuğu söylenebilir.

ABSTRACT : Volcanic rocks of the Pontides are widespread in the Sinop area. The rocks are mainly made up of volcanic conglomerates, flow-breccias, pillowlavas, dikes and also associated with them are lava flows and rarely tuffs.

Volcanic rocks have basaltic and andesitic composition and consist mainly of augite, enstatite, olivine, biotite, plagioclase and analcime. Chlorite, zeolite, prehnite, calcite and opaque minerals are found as secondary minerals.

Rocks showing generally calc-alkaline characteristics are divided into basalt, andesite, latite-basalt and latite-andesite. The general distribution of their trace element contents (Cr, Ti, Zr, Sr, Y) and high V/Ni, low Ti/V values exhibit the characteristics of volcanic arcs rocks.

It is concluded that the Sinop volcanics and the other volcanics of Upper Cretaceous-Eocene age in the Pontids were generated by the subduction of the descending Anatolian-Tethys (Neo-Tethys) plate beneath the Pontids during the Upper Cretaceous-Eocene time.

GİRİŞ

Pontidlerde Kretase'den Eosen sonuna kadar etkili olmuş volkanizmanın Üst Kretase devrine ait olanlarının en yaygın olduğu bölgelerden biri Sinop çevresidir.

Pontidlerdeki magmatik kayaların petrokimyasal özelliklerini ve jeotektonik konumlarını ortaya koymak üzere yürütülen çalışmalar son yıllarda büyük bir yoğunluk kazanmıştır (Tokel, 1972; Stojanov, 1973; Peccerillo ve Taylor, 1975, 1976; Tokel 1977; Aslaner, 1977; Gedikoğlu, 1978; Eğin ve diğerleri, 1979; Akın, 1979; Terzioğlu, 1984).

Bu çalışmada Sinop yöresinin jeolojisi (Şekil 1), volkanitlerin saha özellikleri, petrografik ve kimyasal bileşimleri ortaya konacak ve bunlardan gidilerek volkanizmanın jeotektonik konumu aydınlatılmaya çalışılacaktır.

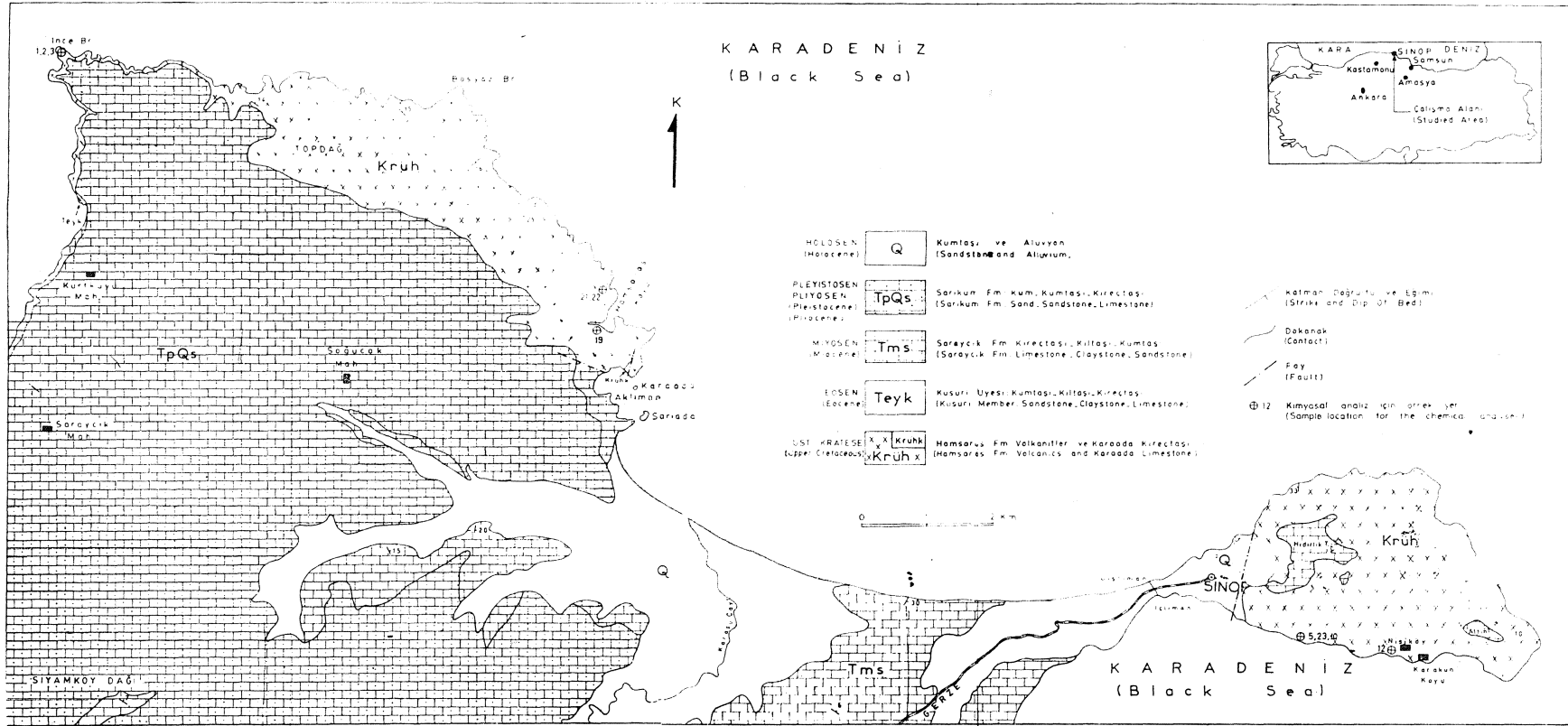
Saha çalışmaları TEK adına MTA Genel Müdürlüğüne yürütülen II. Nükleer Santral Yeri Projesi kapsamında 1982 yılında yapılmıştır. Volkanitlere ait saha gözlemleri ve petrografik özellikler bir ön rapor olarak yazar tarafından hazırlanmış ve Sütçü ve di-

ğerleri (1982)'nin raporuna alınmıştır. Detay inceleme 150 civarında ince kesit üzerinde yürütülmüş, ayrıca Sinop volkanitlerinden 10, Bafra - Altmkaya Barajı yolu üzerindeki volkanitlerden 1 örneğin ana ve iz element analizi yapılmıştır. Kimyasal analizler Bern Üniversitesi (İsviçre) laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Analizler XRF'da yapılmıştır. FeO değeri ayrı olarak sulu kimyasal yöntemlerle saptanmıştır. CIPW normları Hamburg Üniversitesi (F. Almanya) bilgisayar merkezinde hesaplanmıştır.

GEMEL JEOLJİ

Triyas öncesi yaşta olduğu kabul edilen (Yılmaz, 1980; Gedik ve Korkmaz, 1984) ve Boyabat metamorfik olarak adlanan yeşilist fasiyesindeki metamorfik kayalar temeli oluşturur. Bu metamorfikler, çalışma alanı dışında Ekinviran ve Boyabat dolaylarında yüzlekler vermektedir.

Temel üzerinde uyumsuzlukla yer alan Liyas yaşlı türbiditik birimler açısız uyumsuzlukla Dogger-Malm yaşlı, yer yer resifal özellik gösteren platform tipi kireçtaşları ile örtülür (Ketin ve Gümüş, 1963; Gedik ve Korkmaz, 1984). Kretase (Baremiyen-Albiyen) açı-



Şekil 1 : Sinop yöresinin jeoloji haritası.

Figure 1 : Geological map of the Sinop area.

sal uyumsuzlukla, genellikle ince taneli özellik gösteren denizel detritiklerle başlar (Ketin ve Gümüş, 1963) ve yine aşıl uyumsuzlukla bol **Globotruncana**'lı Santoniyen-Kampaniyen yaşlı kireçtaşları tarafından örtülür (Gedik ve Korkmaz, 1984).

Çalışma alanı ve yakın çevresinde ilk mağmatik etkinlik Üst Kretasede kendini gösterir ve kesintisiz olarak Paleosen sonuna kadar devam eder. Volkanitlerden oluşan bu birim için Gayle (1959), Badgley (1959), Gedik (1961), Ketin ve Gümüş (1963), Gedik ve diğerleri (1983), Gedik ve Korkmaz (1984) aynı adı kullanmışlardır; Hamsoros formasyonu.

Hamsoros formasyonu güneye doğru düşey ve yatay olarak volkanik gercin yer yer yoğun olduğu türbiditik kumtaşı, şeyi, marn, kireçtaşı aralanma geçiş gösterir.

Akın (1978) Doğu Pontidlerde Üst Kretase-Paleosen sınırında Laramik fazının etkili olduğunu belirtir. Çalışma alanı ve yakın çevresinde detay jeolojik araştırma yapan Gedik ve Korkmaz (1984) bu sınırın bölgede uyumlu olduğu görüşündedirler. Eosen boyunca volkanik malzemenin de yer yer ortaya çıktığı türbiditik fasiyeste kumtaşı, marn, şeyi, kireçtaşı aralanmaları kendini gösterir. Gedik ve Korkmaz (1984) Alt ve Orta Eosen sınırında bir uyumsuzluğun varlığını ileri sürerler. Eosen oluşuklarına çalışma sahasının dar bir kesiminde rastlanır (Boztepe batı sahili). Bu birim sarımsı gri renkli kiltası, kumtaşı ve kireçtaşından oluşur. Birime ait paleontolojik incelemeler Üst Eosen yaşım vermiştir (Sütçü ve diğerleri, 1982).

Neojen ve Kuvaterner birimleri çalışma alanının en yaygın kayaç topluluğunu oluşturur. Üst Eosen üzerine açılı uyumsuzlukla gelen Miyosen birimleri bol fosilli kireçtaşı ve yer yer de kumtaşlardan oluşur. Pliyosen ve Pleyistosen tutturulmamış kum, kumtaşı, kiltası ve kireçtaşlardan oluşur ve Miyosen birimleri üzerinde aşıl uyumsuzlukla yer alır. Holosende plaj kumları ve alüvyonlar çökelmiştir.

Çalışma alanında Üst Kretaseden Miyosen sonuna kadar yaklaşık K-G yönlü sıkışmalar etkin olmuş ve buna bağlı olarak D-B uzanımlı ana faylar gelişmiştir.

Bölgedeki ana kıvrım ve faylar güneyde, çalışma alanı dışında yer almaktadır. Ana faylar çoğunlukla ters fay niteliğindedir ve güneyden kuzeye doğru gençleşmektedir. Bu ters faylar Karadeniz içlerinde de gelişmiş ve bugünkü sahil boyunca meydana gelmiş keskin topografyanın nedeni olmuştur. Çalışma alanı içinde halen en önemli yapısal öge yaklaşık K-G doğrultulu ve düşey atımlı Sinop fayıdır. Volkanitlerin yaygın olduğu sahillerde çok sayıda küçük fay ve kırık gözlenmektedir.

Bu çalışmanın ana konusu olan Sinop volkanitleri Hamsoros formasyonu içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle bu formasyon üzerinde daha ayrıntılı olarak durulacaktır.

Hamsoros Formasyonu

Adını tnceburun Yarımadasındaki Hamsoros Koyundan alan formasyon, üzerindeki ince Neojen ve Kuvaterner örtüleri bir yana bırakılacak olursa Sinop

yarımadasının tümünü kaplar. İnceburun yarımadasının kuzey ve güneybatı sahili de yine bu formasyondan meydana gelir. Formasyonun tabanı çalışma alanında hiç bir yerde görülememektedir. Badgley (1959) tarafından verilen 1500 m. kalınlık ise kesin verilere dayanmamaktadır.

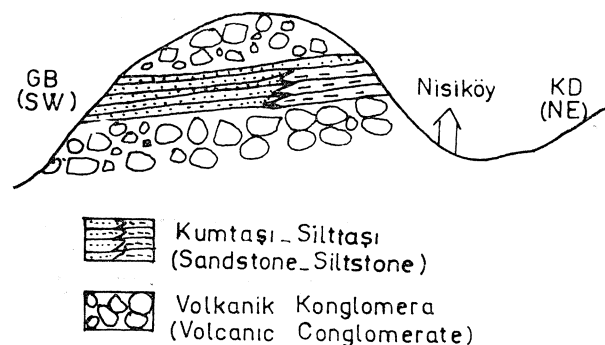
Formasyonu esas olarak yastık lavlar, akıntı breşleri, aglomeralar dayklar ve az oranda kil-kumtaşı ile tüfler oluşturmaktadır.

Yastık lavları alterasyonun etkin olduğu yerlerde volkanik konglomeralardan ayırmak oldukça zordur. Bununla birlikte Sinop şehri içinde bunların varlığı gözlenebilmektedir. Akıntı breşleri en tipik olarak Sinop yarımadasının güney sahillerinde görülmektedir. Çeşitli boyutlarda, kötü yuvarlaklık gösteren lav parçaları koyu yeşil-siyahımsı renkli az gözenekli bir lav hamuru ile tutturulmuştur.

Volkanik konglomeralar Hamsoros formasyonunun en büyük kısmını oluşturur. Kumdan metre boyutuna kadar değişen taneler benzer bir hamurla zayıf bir şekilde tutturulmuştur. Boylanma görülme-yip belirsiz ve çok kaba bir tabakalanma ayırtedilebilmektedir. Volkanik konglomeralar arasında Nisiköy yakınlarında volkanik konglomeralarla yanıl ve düşey geçiş gösteren kumtaşı-silttaşı-kil seviyeleri yer almaktadır (Şekil 2). Bu durum şimdiye kadarki araştırmacılarca aglomera olarak adlanan Sinop volkanitlerinin tamamen aglomeradan oluşmayıp denizel sedimantasyonun da bölgede etkili olduğunu göstermektedir, tnceburun yöresindeki volkanik konglomeralar arasında yeşil renkli, gevşek tutturulmuş tüf parçaları görülmektedir. Bu tüflere ait ilksel yataklanmaya çalışma alanında rastlanamamıştır.

Patlamalı volkanik etkinlik de konglomeraların çökmesi esnasında bölgede hüküm sürmüş, siyah-koyu yeşil renkli lapililer türemiştir. 60 cm'ye varan bir kaç seviye şeklindeki ve ayrıca kendi içinde tabakalı yapı gösteren bu piroklastik gercin en tipik görüldüğü yer Hamsoros koyudur.

Dayklar hem volkanik konglomeraların yerleşimi sırasında hem de daha sonra etkili olmuştur. Nisiköy sahilinde olduğu gibi yer yer de birbirini kesen daykların varlığı görülmektedir, tnceburunda volkanik



Şekil 2 : Nisiköy yakınına bir jeolojik taslak kesiti.

Figure 2 : A geological sketch section of the area near Nisiköy.

konglomeralarla ardalanmalı olarak görülen lav seviyeleri (iki seviye) dayklarla ilgili akıntılardır. Dayklarm kalınlığı 0,5 m. ile 50 - 60 m. arasında değişmektedir. Daykları en yaygın olarak inceburun yarımadasının sahil kesimlerinde görmek mümkündür. Yanmadanın üstleri genç çökeller, bitki ve toprak örtüsü ile kapalı olduğundan burada dayklarm durumu bilinmemektedir. Sinop'ta kurulması düşünülen nükleer santral açısından dayklarm yörede yaygın olarak bulunması zeminin sağlamlığını artıracak bir nitelik olabilir.

Sinop volkanitlerinin alt sınırı çalışma alanında hiçbir yerde görülmemektedir. Sinop çevresinde geniş bölgede jeolojik inceleme yapan Gedik ve Korkmaz da (1984) formasyonun tabanını görememekle birlikte Santoniyen-Kampaniyen yaşlı kireçtaşları üzerine uyumlu geldiğini belirtmişlerdir. Üst sınır ise çalışma alanında Akliman'daki Karaada karşısında ince bir kireçtaşı ile örtülüdür. Bol fosilli olan bu kireçtaşı tabandan tavana doğru azalarak volkanik gereç içermektedir. Sütçü ve diğerleri (1982) tarafından bu kireçtaşların yaşının Senoniyen olduğu tespit edilmiştir.

İP AO tarafından volkanitlerden yaptırılan radyometrik yaş tayininde 100 m.y. elde edilmiştir (TPAO III. Bölge Terk Raporu, 1974).

Akliman'da volkanitler üzerine gelen kireçtaşları KD'ya 20° lik bir eğim gösterirler ve bir fayla sınırlanırlar. Bu kireçtaşı ve buradaki volkanitler, olasılıkla bu faydan çıkmış siyah renkli, yatay konumlu silis akıntısı tarafından örtülmüştür (Şekil 3). Volkanitler üzerine Kurtkuyusu Mahallesi kuzeyinde yine çok dar bir alanda açılı uyumsuzlukla Üst Eosen yaşlı kireçtaşları gelmektedir. Bol nummulitli, köpek balığı dişli, ekinid ve lamelli kavkılı bu kireçtaşlarına Lütseyen yaşı verilmiştir (Sütçü ve diğerleri, 1982). Volkanitler diğer kesimlerde Miyosen-Pliyosen yaşlı kireçtaşı ve kırıntılılar ile yer yer de alüvyonlarla örtülmüştür.

PETROGRAFI

Sinop volkanitlerini genelde bazaltik ve andezitik bileşimli volkanik konglomera, akıntı, breşi, aglomera, tüf ve dayklar oluşturur.

Kayaç rengi taze yüzeylerde siyah, altere olmuşlarda yeşil, kahverengi ve sarımsıdır. Kayaçlar çoğunlukla gözeneksiz, nadiren badem büyüklüğüne

Örnek No (Sample No)	Fenokristaller (Phenocrysts)	Hamur Fazı (Matrix)	İkincil Oluşumlar (Secondary Minerals)
1	Oj, En, Pl, Opak	Cam, Pl, Opak (Vitrofirik)	klorit
2	Oj, En, Pl, Opak	Cam, Opak (Vitrofirik)	klorit
3	Oj, En, Pl, Opak	Cam, Opak (Vitrofirik)	klorit
5	Oj, Pl, Anal, Opak	Cam, Opak (Vitrofirik)	kil, klorit, Opak
10	Oj, Bio, Opak	Pl, Opak (Trakitik)	klorit, karbonat, Opak, kil
12	Ol, En, Oj, Pl	Pl, Px, Opak (Pilotaksitik)	klorit, karbonat, serpantin, zeolit
19	Oj, Pl, Opak	Cam, Pl, Opak (Vitrofirik)	klorit, kuvars
21	Oj, En, Pl, Opak	Cam, Pl, Opak (Vitrofirik)	karbonat, Opak
22	Oj, En, Pl, Opak	Cam, Pl, Opak (Vitrofirik)	klorit, Opak
23	Oj, En, Pl, Anal, Opak	Cam, Opak, Pl (Vitrofirik)	klorit, karbonat
40	Eoj, He, Pl, Le, Ne, Opak	Pl, Opak (Trakitik)	karbonat

Çizelge 1: Analizi yapılan örneklerin mineralojik bileşimi

Ol: olivin, En: enstatit, Oj: ojit, Eoj: egirinojit, Px: proksen, Bi: biyotit, He: hematit, Pl: plajiyoklas, Le: lösit, Anal: analsim, Ne: nef elin, Opak: opak mineraller, Karbonat: karbonat mineralleri, **Kil: kil mineralleri.**

Table 1 : Mineralogical composition of the analysed samples.

Ol: olivine, En: enstatite, Oj: augite, Eoj: egirine-augite, Px: pyroxene, Bi: biotite, He: hematite, Pl: plagioclase, Le: leucite, Anal: analcime, Ne, nepheline, Opak: opaque minerals, Karbonat: carbonate minerals, klorit: chlorite, serpantin: serpentine, zeolit: zeolite, vitrofirik: vitrophyric, pilotaksitik: pilotaxitic, trakitik: trachyte.

varan boşluklar içermektedir. Bu boşluklardan bazıları kuvarsla doldurulmuştur.

Koyu renkli bileşen olarak ojit, orto ve klinostatit, olivin, bazen de biyotit bulunmaktadır. Bafra yakınlarından alınan bir örnekte yaygın olarak egirinojit yer almaktadır. Opak minerallere de yaygın olarak rastlanmaktadır. Bozuşma ürünü olarak klorit, zeolit, prehnit, karbonat mineralleri, kil minerallere rastlanmaktadır.

Analizi yapılan örneklerin petrografik bileşimleri Çizelge 1'de verilmiştir. Bu örneklerin sahadaki görünüşleri şöyledir: 1- volkanik konglomera parçası, 2 ve 3- lav akıntısı, 5 ve 6- akıntı breşi içinden parça, 12- dayk, 19, 20, ve 21- volkanik konglomera parçası, 23- akıntı breşi lavıdır.

Olivin

Sinop volkanitlerinde çok yaygın bir mineral olmayıp bazı kesimlerde makro olarak görülen ve 15 cm. ye varan irilik gösteren kristallerine rastlanır.

Hipidyomorf-idyomorf taneler şeklinde olan olivin bazen kenarlardan itibaren klinopiroksene dönüşmüş durumdadır. Bazen de kısmen veya tamamen serpantine dönüşüm gözlenmektedir.

Piroksen

En yaygın piroksen çeşidini ojit oluşturur. Çoğu akıntı breşi, aglomera ve dayklarda iri kristallerine rastlanır. Daha az oranda orto ve klinostatite de rastlanmaktadır. Bafra örneğinde (40) yaygın olarak alkali piroksen (egirinojit) bulunmaktadır, ikizlenme ve zonlu yapı çok yaygındır. İçlerinde sıkça plajiyoklas kapammlarına rastlanmaktadır. Ayrıca bazı plajiyoklaslar da piroksen kapanımlarına sahiptir. Piroksenlerde yaygın bozuşma kloritleşmedir.

Biyotit

Bu mineral az sayıdaki örnekte yer alır. Analizi yapılan örneklerden sadece bir tanesinde biyotit gözlenmiştir (10) ve bu örnekte yaklaşık % 45lik fenokristal fazının % 10'unu oluşturmaktadır.

Hemen hemen bütün kristaller kenarlardan itibaren opaklaşmaya başlamıştır. Ayrıca kimi taneler oksibiyotite dönüşmüş durumdadır.

Plajiyoklas

Kimi Örneklerde yer alan analsim ve lösit dışında kay açların yaygın açık renkli mineralidir. Tüm örneklerin fenokristal fazında ve çoğu örneklerin hamur fazında önemli bir bileşen olarak görülür.

Analimsim, Lösit, Mefelin

Yastık lav, aglomera ve akıntı breşlerinin bol bulunduğu Sinop doğusundaki Hıdırlık Tepe ve Altın Tepe çevresinden alınan örneklerin kimilerinde analimsim bulunmaktadır. Çokgen veya yuvarlağımsı şekilli olan bu mineraller hiç bir anizotropi göstermemekle lösitten ayrılabilirler. Magmatik kayalarda özşekilli kristallerine pek rastlanmayan bu mineraller (Tröger, 1969) olasılıkla hidrotermal çözeltilerin lösit etkisi sonucu oluşmuşlardır.

Bafra-Altınkaya Barajı yolu üzerindeki Eosen yaşlı (M. Aydın, sözlü bilgi) volkanitlerden alınan örnekte (40) fazla oranda lösit kristallerine rastlanmaktadır. Aynı örnekte çok az olarak da nefelin gözlenmiştir.

Kuvars, Tridimit, Kalsedon

Aklıman'da volkanik konglomera ve kumlu kireçtaşı üzerinde yer alan silis akıntısının mikroskopik incelemesinde bunların kuvars, tridimit ve kalsedondan oluştuğu gözlenmektedir. Ayrıca kimi lav akıntılarının gözeneklerinde badem iriliğine varan kuvars dolgularına rastlanmaktadır.

Opak Mineraller

Fenokristal fazında yer alan çoğu idyomorf, iri kristallerin yanı sıra bazı minerallerin bozuşmasıyla da oluşmuş durumdadırlar. Hamur fazında küçük idyomorf kristallere ve saçımlı küçük taneli türlerine rastlanmaktadır. Ayrıca Aklıman'daki silis akıntıları içinde bol miktarda ve saçımlı opak mineraller bulunur. Bunlar kayaca siyah bir renk verirler.

Fenokristal fazdakilerinin dağılımında dikkat çekici olan, opak minerallerin çoğunun piroksen kristalleri içinde yer almalarıdır.

İkincil Oluşumlar

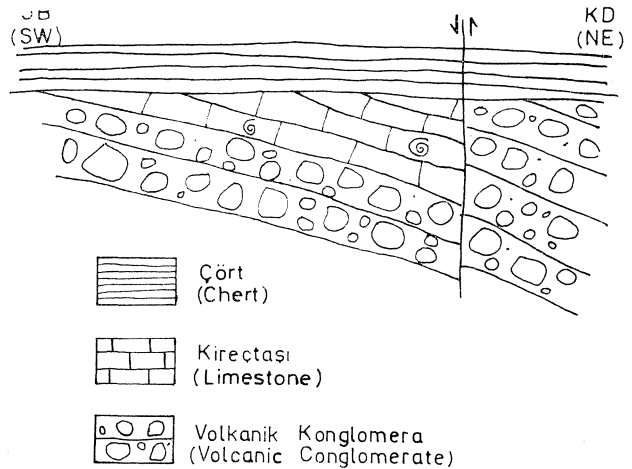
İkincil oluşumların en yaygınını klorit oluşturmaktadır. Kloritler mafik minerallerin (özellikle piroksen) ve bazen de plajiyoklasların, daha yaygın olarak da hamuru oluşturan volkanik camın bozuşması ile oluşmuş durumdadırlar. Pulsu, levhamsı, lifsi kristaller yer yer oolitik ve böbreğımsi yığılımlar gösterirler.

Zeolitler çoğunlukla kayaç boşluklarında ve yer yer de mineral boşluklarında gözlenirler.

Karbonat mineralleri hamurda ve daha nadir olarak da plajiyoklasların bozulan kesimlerinde yer alırlar. İkincil opak mineraller özellikle biyotitlerin bozuşmasıyla meydana gelmişlerdir. Prehnitleşme ve killeşme plajiyoklaslarla ilgilidir.

JEOKİMYA

Üst Kretase yaşlı Sinop volkanitlerinden 10, Eosen yaşlı Bafra volkanitlerinden de 1 örneğin ana ve iz element analizleri yapılmıştır.



Şekil 3 : Aklıman'da Üst Kretase kireçtaşları ve çört ilişkisini gösterir taslak kesit.

Figure 3 : Sketch section showing the relation between limestone of Upper Cretaceous age and chert in Aklıman.

Ana Elementler

Analiz edilen 11 örneğin ana element bileşimleri ve CIPW normları Çizelge 2'de verilmiştir. CIPW normlarının hesaplanmasında $Fe^{2+}/FeO = 0.15$ olacak şekilde bir düzeltme yapılmıştır. H_2O ve CO_2 değerleri için ise bir düzeltme yapılmamıştır.

5, 10 ve 23 nolu örneklerin gerek petrografik bileşimlerinde (Çizelge 1) ve gerekse kimyasal analiz değerlerinde (Çizelge 2) fazla miktarda ikincil alterasyon geçirmiş oldukları gözlenmektedir. Bu nedenle bu örnekler ana element kimyası ile ilgili diyagramlarda gösterilmemiş ve yorumlamalarda dikkate alınmamıştır.

CIPW normlarından gidilerek Streckeisen (1967)

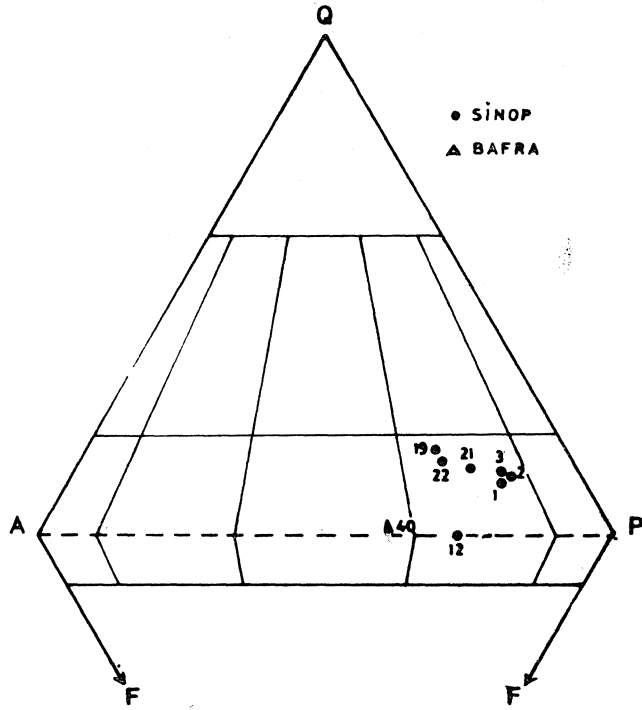
a göre yapılan sınıflamada Sinop örneklerinin latitandezit-latitbazalt, Bafra örneğinin ise latit olduğu görülmüştür (Şekil 4). K_2O ve SiO_2 değerleri kullanılarak Peccerillo ve Taylor (1975, 1976)'a göre yapılan sınıflamada Bafra örneği ile birlikte 1 Sinop örneği (12) şoşonitik alana, diğer örnekler ise kalkalkali alana düşmektedirler (Şekil 5). Aynı diyagram bir başka açıdan ele alınırsa 12 nolu Sinop örneğinin absarokit, Bafra örneğinin şoşonit, diğer örneklerin yüksek K-andezit ve andezit olarak adlandırılabilir oldukları görülmektedir.

Toplam alkali değerlerinin SiO_2 değerlerine göre değişimi Şekil 6'da verilmiştir. Kuno (1966) tarafından belirlenen pijonitik (toleyitik), hiperstenik (yük-

Örnek No (Sample No)	5	23	10	12	1	2	3	21	22	19	40
SiO_2	46.09	49.13	52.85	50.22	54.06	54.49	54.66	55.63	57.04	58.89	55.13
Al_2O_3	14.78	15.40	17.91	13.85	14.46	18.54	18.50	18.34	18.69	18.71	18.74
Fe_2O_3	7.36	4.99	3.57	3.78	4.15	4.05	4.48	4.36	3.62	4.47	3.55
FeO	3.76	3.60	2.19	4.92	3.66	3.67	3.07	2.79	2.50	1.35	1.95
MnO	0.28	0.14	0.12	0.17	0.16	0.16	0.16	0.14	0.11	0.05	0.25
MgO	3.59	5.28	4.25	8.69	4.88	4.75	4.58	3.57	2.30	1.91	1.58
CaO	11.89	8.94	8.65	11.61	9.05	9.04	8.78	8.38	9.05	8.14	7.24
Na_2O	3.10	3.54	2.52	1.58	2.12	2.16	2.15	2.15	2.14	2.19	3.14
K_2O	3.98	2.01	4.65	2.20	1.50	1.44	1.45	2.12	2.64	2.90	4.92
TiO_2	0.74	0.89	0.82	0.76	0.61	0.58	0.57	0.60	0.75	0.62	0.53
P_2O_5	0.28	0.30	0.35	0.20	0.16	0.13	0.15	0.18	0.20	0.20	0.21
H_2O	2.39	3.98	1.31	1.59	0.80	0.63	0.84	0.92	0.32	0.59	1.73
CO_2	4.30	1.23	0.65	0.36	0.51	0.38	0.25	0.29	0.56	0.14	0.35
Toplam (Total)	99.54	99.43	99.84	100.93	100.12	100.02	99.64	99.49	99.96	100.16	99.32
CIPW-Norm											
Q	-	-	-	-	7.38	7.82	9.36	9.88	11.79	13.74	0.48
Or	24.35	12.47	27.95	13.24	8.98	8.57	8.63	12.77	15.72	17.26	29.90
Ab	19.29	31.48	21.75	13.62	18.11	18.45	18.36	18.53	18.19	18.70	27.33
An	15.20	21.28	24.24	24.69	36.80	36.99	36.92	34.74	33.82	32.92	23.11
Ne	4.26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Di	13.17	12.43	10.52	24.67	5.47	4.12	0.61	2.75	5.46	4.72	8.52
Hy	-	4.15	4.57	12.60	21.11	20.34	21.37	16.77	10.65	9.65	6.28
Fe	4.37	5.76	3.46	4.26	-	-	-	-	-	-	-
Fa	5.62	5.32	2.52	2.52	-	-	-	-	-	-	-
Mt	1.46	1.62	1.06	1.62	1.44	1.42	1.38	1.32	1.12	1.04	1.10
Il	1.46	1.79	1.58	1.46	1.18	1.12	1.10	1.16	1.52	1.20	1.03
Ap	0.69	0.76	0.85	0.47	0.38	0.31	0.36	0.43	0.47	0.47	0.52
Cc	10.14	2.93	1.50	0.94	1.18	0.86	1.93	0.68	1.27	0.32	0.82

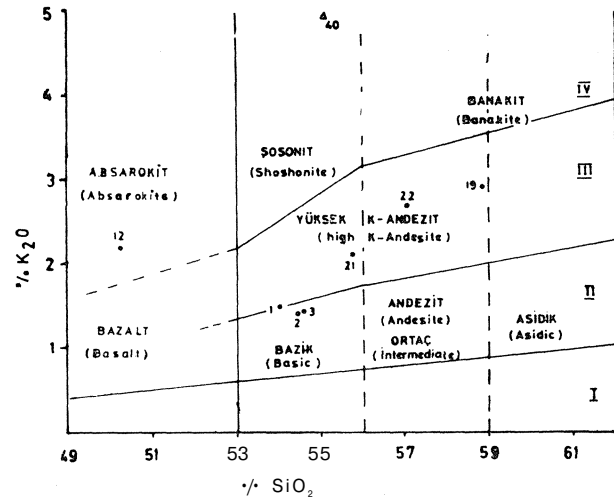
Çizelge 2 : Sinop volkanitlerinin kimyasal bileşimi ve CIPW normları.

Table 2 : Chemical compositions and CIPW norms of the Sinop volcanics.



Şekil 4 : Sinop örneklerinin Streckeisen (1967)'a göre sınıflaması.

Figure 4 : Classification of the Sinop-samples according to the Streckeisen (1967) diagram.



Şekil 5 : Örneklerin K_2O-SiO_2 diyagramında dağılımı

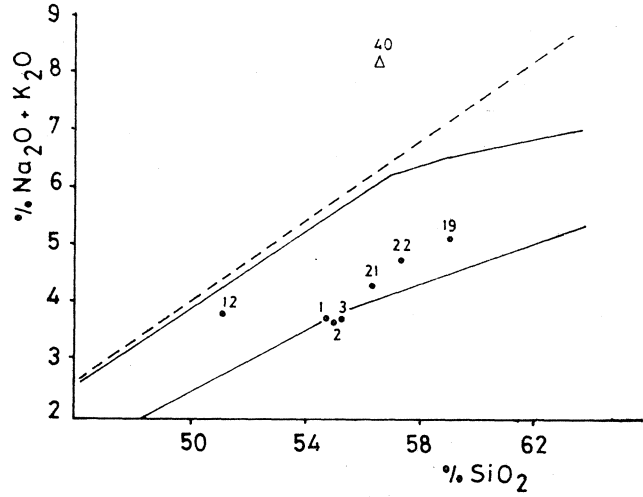
I : ada yayı toleyitik serileri, II: kalkalkali seriler,

III: yüksek K-kalkalkali seriler, IV: şoşonitik seriler (Peccerillo ve Taylor, 1975).

Figure 5 : Distribution of the samples in K_2O-SiO_2 diagram.

I: island arc tholeiitic series, II: calc-alkaline series,

III: high K-calc-alkaline series, IV: shoshonitic series (Peccerillo and Taylor, 1975).

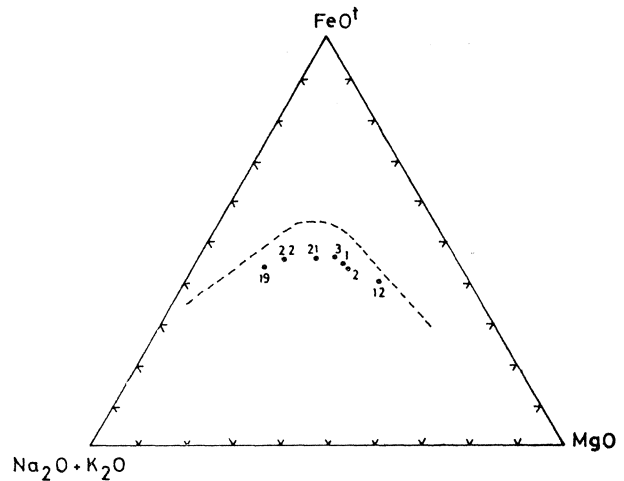


Şekil 6 : Örneklerin Alkali - SiO_2 diyagramında gösterilişi.

Düz çizgiler Kuno (1966) tarafından belirlenen alkali serileri (üst), yüksek Al-serileri (orta) ve toleyitik serileri (alt) ayırmaktadır. Kesikli çizgi İrvine ve Baragar (1971)'a göre alkali (üst) ve subalkali (alt) bölgeleri ayırmaktadır.

Figure 6 : Alkali - SiO_2 diagram for the samples.

The heavy lines classify the alkaline series (upper), high Al-series (middle) and tholeiitic series (lower) after Kuno (1966). The dashed line classifies alkaline (upper) and subalkaline (lower) fields after Irvine and Baragar (1971).



Şekil 7 : Subalkali örnekler için AFM diyagramı. Kesikli çizgi İrvine ve Baragar (1971)'a göre toleyitik (üst) ve kalkalkali (alt) alanları ayırmaktadır.

Figure 7 : AFM diagram for the subalkaline samples. The dashed line classifies tholeiitic (upper) and calc-alkaline (lower) fields after Irvine and Baragar (1971).

sek alüminyumlu) ve alkali kayaç sınırları çizilmiştir. Bu diyagrama göre Bafra örneği alkali özellik gösterirken Sinop örnekleri kalkalkali alanda ve kalkalkali-toleyitik sınırında yer alırlar. Şekil 6'daki McDonald ve Katsura (1964) tarafından belirlenen çizgiye göre de yine Bafra örneği alkali, Sinop örneklerinin subalkali özellikli oldukları görülmektedir.

Şekil 6'da subalkali alana düşen Sinop örnekleri AFM diyagramında herhangi bir demir zenginleşmesi göstermeyip Irvine ve Baragar (1971) tarafından verilen smıra göre kalkalkalindirler (Şekil 7). Bu örnekler aynı yazarların geliştirmiş olduğu normatif plajiyoklas bileşimi (NPB) ve normatif renk indisi (NRI) değerlerine göre yapılan diyagramda bazalt alanında yer almaktadırlar (Şekil 8).

Şoşonitik kayaçların önemli özelliklerinden olan K_2O/Na_2O değerlerinin 1 dolayında seyretmesi, $Na_2O + K_2O$ yüzdelерinin 5'ten, Fe_2O_3/FeO değerlerinin 0.5'ten büyük, TiO_2 yüzdelерinin 1.3'ten küçük olması gibi olgular (Jakes ve White, 1972; Morrison, 1980) genelde Sinop örneklerine de uymaktadırlar. Buna göre, Sinop örneklerinin kalkalkali özelliklerinin yanı sıra şoşonitik özelliğe de yatkın oldukları söylenebilir.

İz Elementler

Ana element analizi yapılan 11 örnek aynı zamanda Ba, Rb, Sr, Ni, Cr, V, Zr, Hf, Y için de analiz edilmiştir. Değerler Çizelge 3'te verilmiştir.

İz element değerleri yorumlanırken örneklerin salt SiO_2 yüzdeleri göz önüne alınarak 5, 10, 12 ve 23 nolu örneklerden bazalt, diğer örneklerden ise andezit olarak söz edilecektir. Sinop örneklerinin ve çeşitli volkanik gurupların iz element ortalamaları Çizelge 4'te verilmiştir. Bafra örneğine (40) ait değerler hakkında ise ayrıntılı bir yorumlamaya gidilmemiştir.

Ba, Rb, Sr Bazaltik örneklerin Ba değerleri (533 ppm) Morrison (1980) tarafından verilen şoşonitik bazalt ortalamasından (683 ppm) daha düşüktür. Andezitlerin ortalama değeri olan 403 ppm ise Taylor (1969) tarafından verilen yüksek K-andezit değerlerine (400 ppm) uymaktadır. Doğu Pontidlerde jeokimyasal araştırma yapan Eğin ve diğerleri (1979) Eosen yaşlı kalkalkali bazaltlardan daha düşük Ba değerleri (398 ppm) elde etmişlerdir.

23 nolu örnek bir kenara bırakılacak olursa tüm Sinop örneklerinin Rb değerleri oldukça yüksektir. Gerek bazalt ve gerekse andezit ortalamaları şoşonitik kayaç ve yüksek K-andezit değerlerine uymaktadırlar (Çizelge 4).

Bazaltik örneklerin K/Rb ortalaması (379) Morrison (1980) tarafından verilen şoşonitik bazalt ortalamasına (416) yaklaşırken andezitlerin ortalama değeri (232) daha düşüktür ve şoşonitik andezit (218) ile yüksek K-andezit değerlerine (297) yaklaşım göstermektedir.

K/Rb değerlerinin farklılaşma indeksine (Thorn-ton ve Tuttle, 1960) göre değişimleri Şekil 9'da verilmiştir. Bu değerler arasında genelde pozitif bir korelasyon görülmektedir. Jakes ve White (1970) ile Kiesel ve diğerleri (1978)'ne göre negatif bir korelasyon

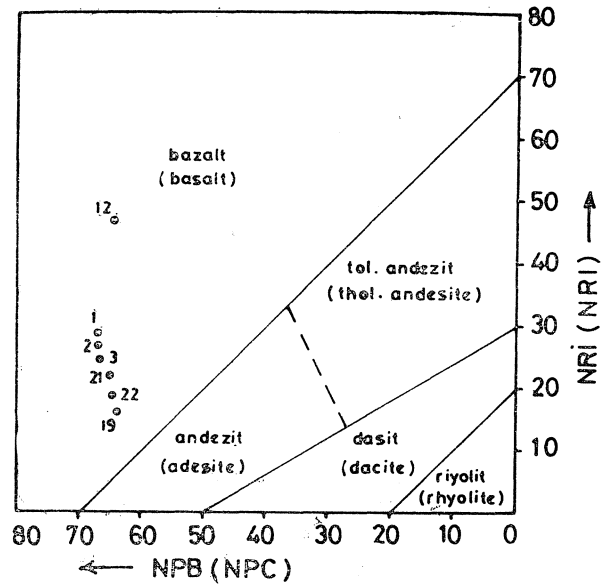
magmatik farklılaşma, belirgin bir korelasyonun olmaması ise farklılaşmanın yanı sıra bir kirlenme (contamination) olasılığını belirtmektedir. Buna göre Sinop volkanitlerinde magmatik farklılaşma ve kirlenmenin pek etkili olmadıkları söylenebilir.

Sr değerleri Wedepohl (1975) tarafından verilen alkali bazalt ile Morrison (1980) tarafından verilen şoşonitik bazalt ve andezit değerlerinden daha düşüktür (Çizelge 4) ve Taylor (1969) tarafından verilen ada yayı kalkalkali bazalt ve andezit değerlerine uymaktadırlar.

Ni, Cr, V Sinop volkanitlerinin Ni dağılımı oldukça değişken (0-80 ppm) ve düşüktür (ortalama 19 ppm). Peccerillo ve Taylor (1975) Pontidlerin çeşitli kesimlerindeki Üst Kratese volkanitlerinden, Eğin ve diğerleri (1979) Doğu Pontidlerdeki bazalt ve andezitlerden de benzer şekilde düşük Ni değerleri elde etmişlerdir. Levha ortası alkali bazaltlarda ise çok daha yüksek Ni değerlerine ulaşılmaktadır (Taylor, 1968; Wedepohl, 1975; Haksal, 1981).

Cr bileşimleri genel olarak Taylor (1969) tarafından belirtilen ada yayı bazalt ve andezit bileşimleriyle uyumluluk göstermektedirler. Levha ortası bazaltlarda, Ni değerlerinde olduğu gibi yüksek Cr değerleri gözlenmektedir. Bununla birlikte, ada yayı şoşonitik bazaltlarda kimi zaman çok fazla Cr (600 ppm'e kadar) bulunabileceği Morrison (1980) tarafından belirtilmiştir.

V dağılımında bazalt ve andezitler arasında önemli bir farklılık görülmemektedir. Bunların ortalama değerleri gerek levha ortası alkali bazalt ve



Şekil 8 : Subalkali örneklerin normatif renk indisi ve normatif plajiyoklas bileşimlerine göre (NRI-NPB) sınıflandırılması (Irvine ve Baragar, 1971).

Figure 8 : Classification of the subalkaline samples according to the normative colour index and normative plagioclase composition (NRI-NPB) after Irvine and Baragar (1971).

Örnek No (Sample No)	12	5	23	10	1	2	3	21	22	19	40
SiO ₂	51.07	47.44	51.47	53.64	54.43	54.82	55.32	56.44	57.25	59.14	56.49
Ba	395	556	509	671	367	352	397	468	431	403	1497
Rb	88	83	27	158	52	52	53	79	92	108	123
Sr	354	443	341	579	333	330	330	626	488	417	1212
Ni	43	9	20	13	11	80	9	1	3	-	-
Cr	246	58	98	57	52	49	54	42	38	39	31
V	247	178	325	184	253	247	242	218	298	255	137
Zr	105	174	154	203	80	75	79	95	95	93	134
Hf	2	4	3	5	1	1	1	3	3	2	6
Y	23	23	27	32	22	22	22	23	24	23	37
K/Rb	210	410	648	248	241	231	230	226	239	224	340
V/Ni	5.2	19.8	16.3	14.2	23	3	26.9	218	99.3		
Ti/V	7.7	7.9	7.9	8.5	7.1	8.5	7.5	8.3	7.4	5.8	7.3

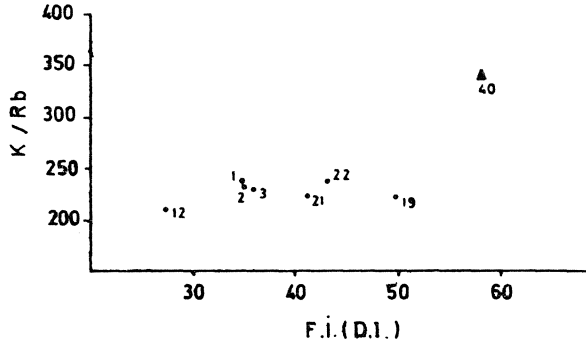
Çizelge 3 : Sinop volkanitlerinin iz element bileşimleri (değerler ppm cinsindedir). SiO₂, K, Ti değerleri için analizler susuz % 100'e tamamlanmıştır.

Table 3 : Trace element data of the Sinop volcanics (values in ppm), for SiO₂, K, Ti analyses recalculated as anhydrous to 100 per cent.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ba	528	115	270	400	683	658	533	403	455
Rb	32	9.6	31	88	59	99	89	73	79
Sr	702	328	385	620	943	642	429	421	404
Ni	145	25	18	3	50	22	21	17	19
Cr	202	40	56	3	156	37	71	46	52
V	213	255	175	160	290	120	234	252	245
Zr	189	100	110	170	67	93	159	86	115
Hf		2.6	2.3	4.5			4	2	2.5
Y	33	20	21	20	16	25	26	23	24
K/Rb	415	344	430	297	416	218	379	232	325
V/Ni	1.47	10.2	9.7	50.3	5.8	5.5	11.1	14.8	12.9

Çizelge 4 : Sinop volkanitlerinin ortalama iz element içerikleri ve bunların çeşitli volkanik grupların bileşimleri ile karşılaştırılması. 1 : alkali Ol-bazalt (Wedepohl, 1975), 2 ve 3: yüksek Âi-bazalt ve yüksek Al-andezit (Taylor, 1969), 4: yüksek K-andezit (lakes ve White, 1972), 5 ve 6: şoşonitik bazalt ve şoşonitik andezit (Morrison, 1980), 7: bazalt-Sinop (4 örnek), 8:kalkalkali andezitSinop (6 örnek). 9: Tüm Sinop Örnekleri (10 örnek)

Table 4 : Trace element means of the Sinop volcanics and their comparison with the various volcanic groups. 1: alkali Ol-basalt (Wedepohl, 1975), 2 and 3: high Al-basalt and high Al-andesite (Taylor, 1969), 4 : high K-andesite (Jakes and White, 1972), 5 and 6: shoshonitic basalt and shoshonitic andesite (Morrison, 1980), 7: basalt-Sinop (4 samples), 8: calc-alkali andesite - Sinop (6 samples), 9: all Sinop samples (10 samples).



Şekil 9 : K/Rb'un farklılaşma indeksine (Fİ) göre dağılımı.

Figure 9 : K/Rb versus differentiation index (D I).

gerekse ada yayı bazalt, andezit değerlerine genelde bir uyumluluk göstermektedirler.

V/Ni değerleri pek çok araştırmacı tarafından magmatitlerin tektonik ortamını belirlemede bir gösterge olarak kullanılmaktadır. Bu değerler ada yayı serilerinde 8'den büyük iken diğer ortamların magmatitlerinde çok daha düşüktür, örneğin Taylor (1969). Morrison (1980) tarafından şoşonitik kayalar için verilen değerler δ Jden küçük olmakla birlikte yinede oldukça yüksektirler (Çizelge 4),

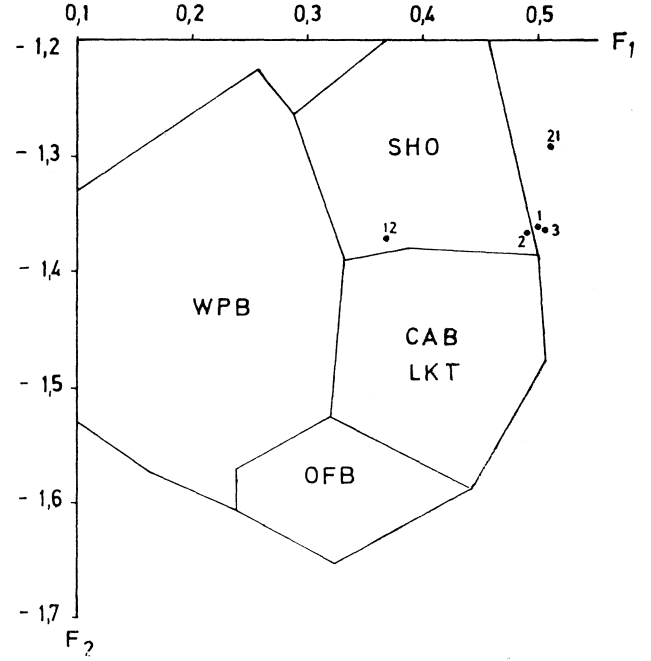
Chervais (1982) ada yayı kayalarında Ti/V değerlerinin 20'den küçük, diğer ortamların kayalarında 20'den büyük olduğunu belirtmiştir. Sinop örneklerinin tümünde bu oran 10'dan küçüktür (Çizelge 3).

Zr, Hf, Y Bazaltik bileşimli Sinop örneklerinin Zr içerikleri andezitik bileşimli örneklerin Zr içeriklerine göre daha yüksektirler (çizelge 3 ve 4). Levha ortası bazaltlar da Sinop bazaltların benzer yüksek Zr içeriği vermektedirler (Pearce ve Camı, 1973; Pearce, 1975; Wedepohl, 1975; Haksal, 1981). Fakat bu bazaltlar aynı zamanda yüksek Ti değerleri de verirler. Oysa, Sinop bazaltlarının Ti değerleri daha düşüktürler. Şoşonitik bazaltlar için düşük Zr değerleri bilinmekle birlikte (Jakes ve White, 1972; Gest ve McBirney, 1979; Morrison, 1980) Papua Yeni Gine volkanitlerinden McKenzie ve Chappel (1972) tarafından Sinop örneklerine benzer yüksek değerler elde edilmiştir.

Sinop andezitlerinin ortalama Zr değeri ada yayı bazalt ve andezit değerleriyle bir benzerlik içindedir (Çizelge 4). Doğu Pontidlerdeki Üst Kratese ve Eosen yaşlı bazalt ve andezitlerden de benzer Zr değerleri elde edilmiştir (Eğin ve diğerleri, 1979).

Tüm Sinop örneklerinin ortalama Hf değeri olan 2.5 ppm Taylor (1969) ve Jakes ve White (1972) tarafından verilen ada yayı kay aç değerlerine benzemektedir.

10 Sinop örneğinin Y ortalaması olan 24 ppm'lik değer Taylor (1969), Jakes ve White (1972) 'm ada yayı andezitleri için verdikleri değerlerle uyumluluk içindedir.

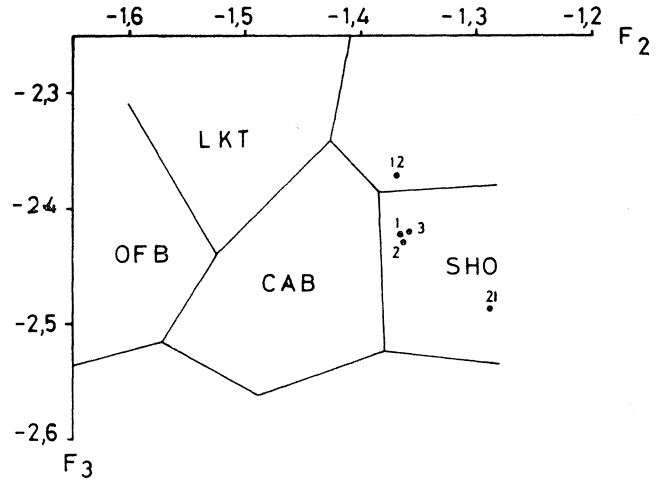


Şekil 10 : F_1 - F_2 ayırtman diyagramı (Pearce, 1976).

WPB : levha içi bazaltları, OFB: okyanus tabanı bazaltları, LKT : düşük K-toleyitleri, CAB: kalkalkali bazalt, SHO: şoşonitler.

Figure 10 : F_1 - F_2 discriminant diagram (Pearce, 1976).

WPB : within plate basalts, OFB: ocean-floor basalts, LKD : low K-tholeiites, CAB: calc-alkali basalts, SHO: shoshonites.

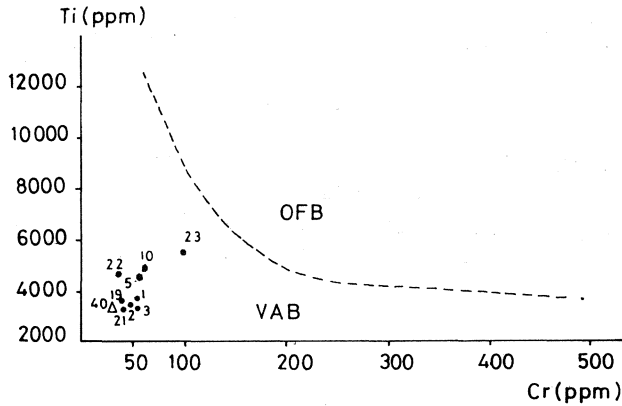


Şekil 11 : F_2 - F_3 ayırtman diyagramı (Pearce, 1976).

OFB : okyanus tabanı bazaltları, LKT: düşük K-toleyitleri, CAB : kalkalkali bazaltlar, SHO : şoşonitler.

Figure 11 : F_2 - F_3 discriminant diagram (Pearce, 1976).

OFB : ocean-floor basalts, LKT: low K-tholeiites, CAB: calcalkali basalts, SHO: shoshonites.



Şekil 12: Ti ve Cr ayırtman diyagramı (Pearce, 1975).

OFB: okyanus tabanı bazaltları, VAB: volkanik yay bazaltları.

Figure 12: Ti versus Cr discriminant diagram (Pearce, 1975).

OFB: ocean-floor basalts, VAB: volcanic arc basalts.

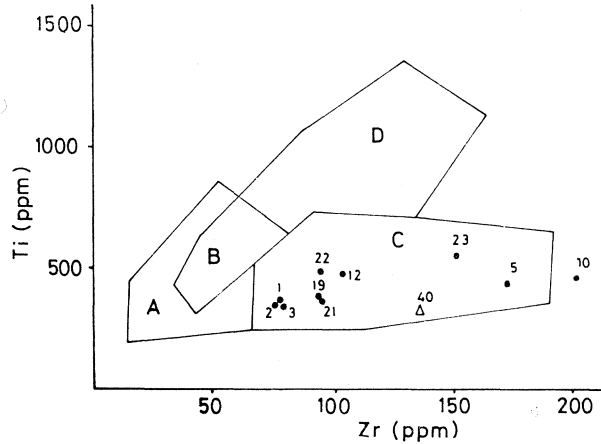
VOLKANİTLERİN TEKTONİK KONUMU

Pearce (1976) bazaltik bileşimli kayaçların tektonik ortamlarını belirlemek için ana element bileşimlerinden yararlanarak diyagramlar geliştirmiştir. Diyagramlar için seçilen örneklerin CaO + MgO yüzdelerinin 12 ile 20 arasında (ki bunlar bazalt olarak nitelenmiştir) ve Fe-gOg/FeO değerinin 2'den küçük olmasına özen gösterilmiştir. Bu özelliklere uyan Sinop örnekleri (5 örnek şoşonitik bazalt alanında yoğunlaşma eğilimindedirler (Şekil 10 ve 11). Buna göre Sinop volkanitlerinin ergin ada yayı ürünü oldukları söylenebilir. Aynı yazar F_x fonksiyonu olarak belirlediği değerleri GB İngiltere ve Vezüv bazaltlarına uygulamış ve buradaki sıcak nokta (hot spot) bazaltlarında bu değerlerin 0.33'ten küçük, volkanik yay (volcanic arc) bazaltlarında 0.33'ten büyük olduğunu bulmuştur. Şekil 10'da yer alan Sinop örneklerinde F_x değerinin 0.33'ten büyük olduğu görülmektedir.

Pearce ve Cann (1973), Pearce (1975) ve Garcia (1978) CaO + MgO yüzdeleri yukarıda verilen değerlere uyan kayaçların (bazalt) tektonik ortamlarını belirlemede, alterasyondan etkilenmeyen Ti, Cr, Zr, Sr, Y oranlarını kullanmışlardır. Bu görüşe göre incelenen örneklerin ada yayı kalkalkali bazalt grubunda yoğunlaştıkları saptanmıştır (Şekil 12, 13 ve 14). CaO + MgO yüzdeleri 12'den küçük 19, 22 ve 40 numaralı örnekler bu diyagramlarda diğer örneklerden belirgin bir ayrıcalık göstermemektedirler.

Gerek V/Ni ve gerekse Ti/V değerlerine göre de incelenen volkanitlerin ada yayı özellikleri bir önceki bölümde vurgulanmıştır.

Doğu Karadeniz yöresindeki Eosen yaşlı kalkalkali volkanitlerin jeokimyası Tokel (1977) tarafından incelenmiştir. FeO/MgO-SiO₂ diyagramında bu volkanitlerle Sinop kalkalkali kayaçlarının gidişleri kar-



Şekil 13: Ti ve Zr ayırtman diyagramı (Pearce ve Cann, 1973).

D ve B: okyanus tabanı bazaltları, A ve B: düşük K-toleyitleri, C ve B: kalkalkali bazaltlar.

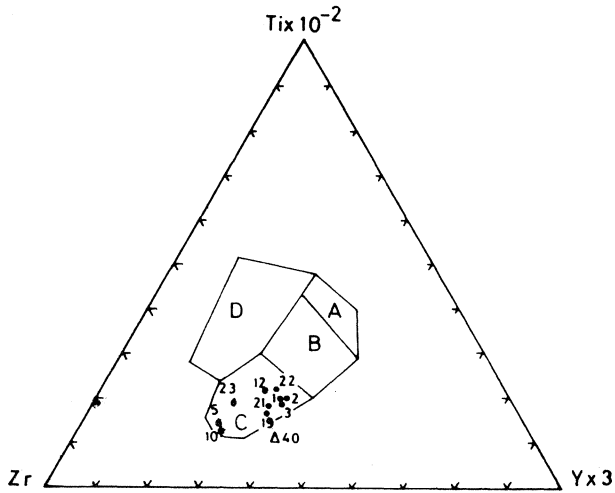
Figure 13: Ti versus Zr discriminant diagram (Pearce ve Cann, 1973).

D and B: ocean-floor basalts, A and B: low K-tholeiites, C and B: calc-alkaline basalts.

şılaştırılmıştır (Şekil 15). Doğu Karadeniz kayaçlarında FeO/MgO ile SiO₂ arasında negatif bir korelasyon varken Sinop kayaçlarında pozitif bir korelasyonun varlığı gözlenmiştir. Buna göre Pontidlerde Üst Kretase ve Eosen tektonik rejimleri arasında bir farklılık ve/veya magma gelişimlerinde değişik farklılaşma-kirilenme etkenlerinin olasılığı düşünülmektedir.

Pontid ada yayı serilerinin tektonik konumunu açıklamak için öne sürülen levha tektoniği modellerinde iki görüş yaygınlık göstermektedir. Bunlardan, Dewey ve diğerleri (1973) tarafından ortaya atılan, Üst Juradan itibaren Tetis plakasının kuzeyde Büyük Kafkasların, güneyde Pontidler'in altına dalarak buralarda ada yayı kay açlarını oluşturmasıdır. Aynı yazarlara göre Pontidler altındaki bu yitim olayı Eosen sonuna kadar etkili olmuştur. Pontidler'in metalojenik özelliklerini inceleyen Aslaner (1977) de bu görüşe katılmaktadır. Bektaş ve diğerleri (1984) Doğu Pontid yayının geç Paleozoyik veya erken Mesozoyikten Eosen sonuna kadar Paleotetisin güneye doğru yitim kazanması ile oluştuğu görüşünü benimserler.

Pontidlerin en kuzey bölgeleri içinde yer alan Sinop ve çevresinde şoşonitik ve kalkalkali kayaçların bulunması bu bölge ile hendek (trench) arasında önemli bir uzaklığın varlığını gerektirir. Bilindiği gibi bir yay sisteminde hendeğe en yakın kayaçlar toleyitik niteliklidir. Bu nedenle Sinop volkanizmasını veren yitim kuşağının kuzeyden yerleşmiş olması zor bir olasılıktır. Şengör ve diğerleri (1980) de bölgede Gondwana altına dalan Paleotetise ait okyanus kabuğunun sadece Jura öncesi etkili olduğunu belirtirler.

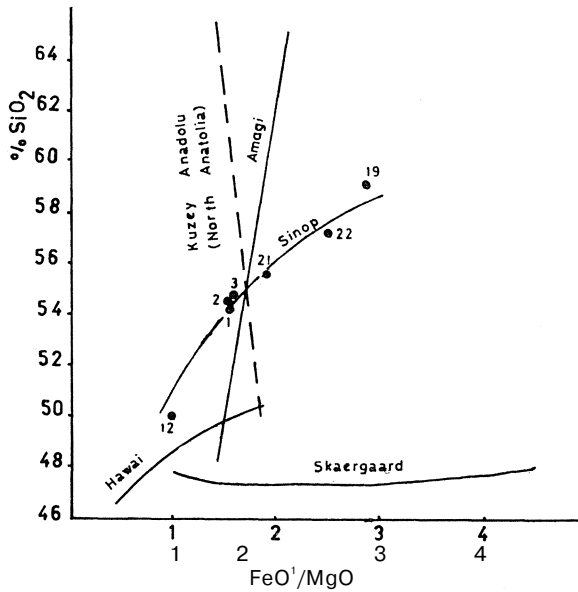


Şekil 14: Ti, Zr, Y ayırtman diyagramı (Pearce ve Cami, 1973).

A ve B : düşük K-toleyitleri, C ve B : kalkalkali bazaltlar, B: okyanus tabanı bazaltları, D : levha içi bazaltları.

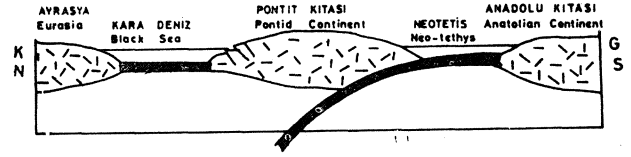
Figure 14: Ti, Zr, Y discriminant diagram (Pearce and Cann, 1973).

A and B : low K-tholeites, C and B : calc-alkaline basalts, B: ocean-floor basalts, D : within plate basalts.



Şekil 15 : FeO¹/MgO—SiO² diyagramında Sinop kalkalkali volkanitlerinin gidişi ve bunun Doğu Pontidler Eosen kalkalkali (Tokel, 1977), alkali Hawaii, kalkalkali Amagi ve toleyitik Skaergaard dizilerinin gidişleri (Miyashiro, 1975) ile karşılaştırılması.

Figure 15: The trend of Sinop calc-alkaline volcanics on the FeO¹/MgO—SiO² diagram and its comparison with the trends of north Anatolian Eocene calc-alkaline (Tokel, 1977), Hawaii alkaline, Amagi calcalkaline, and Skaergaard tholeiitic (Miyashiro, 1975) series.



Şekil 16 : Pontidlerin Üst Kretase-Eosen'deki jeotektonik konumu.

Figure 16: The geotectonic setting of the Pontids in the Upper Cretaceous-Eocene time.

Son yıllarda bölge ile ilgili detay araştırma sonuçları Avrasya ve Anadolu kıtaları arasında Tetis Okyanusuna (Neotetis) ait bir kolun varlığı üzerinde yoğunlaşmıştır.

Bergougnan (1975) Pontidler ve Munzurlarda yaptığı fauna çalışmalarında Liyasta bu iki provensin bir okyanusla birbirinden ayrı olduğunu bulmuş ve ikisi arasındaki çarpışmanın Eosende gerçekleştiğini belirtmiştir. Tokel (1977) Doğu Karadeniz bölgesindeki Eosen volkanitleriyle ilgili petrokimyasal çalışmalarda bu volkanitlerin bir Beniof zonuyla ilgili olduğunu ve olasılıkla Kuzey Anadolu Tetis Okyanusunun Pontidler altına dalmasıyla meydana gelmiş olabileceğini belirtmiştir. Böyle bir dalma, aynı yaza göre Üst Kretase öncesi başlamıştır. Pontidlerde petrokimyasal araştırma yapan Peccerillo ve Taylor (1975, 1976) jeotektonik ortam yorumlarında Boccaletti ve diğerleri (1974) ile Ataman ve diğerleri (1975)'nm levha tektoniği modellerinden esinlenerek Üst Kretase volkanitlerini Pontidler altına güneyden dalan bir yitim zonuna bağlamışlardır.

Ataman ve diğerleri (1975) Pontidler altına güneyden yerleşen Beniof kuşağının Pliosen'e kadar etkili olduğunu ve Erzincan civarındaki genç volkanitlerin böyle bir yitim sonucu meydana geldiklerini ileri sürmüştür. Baş (1979) ise bu volkanitlerde ayrıntılı jeokimyasal çalışmalar yaparak bunların kıta kabuğu ürünü olduklarını savunmuştur.

Akın (1978) Doğu Pontidlerde araştırmalar yaparak Üst Kretaseden itibaren Pontidler altına güneyden yerleşen yitim zonunun varlığını kanıtlamaya çalışmıştır. Şengör ve diğerleri (1980)'nin Kuzey Anadolu'nun Permien'den günümüze kadar ki jeotektonik gelişimini araştıran levha tektoniği modeli çalışmalarına göre Liyasta açılmaya başlayan Neotetisin kuzey kolu, geç Kretase-geç Eosen aralığında pontidler altına dalan bir yitim zonu ile kapanır ve bu yitim Pontidlerde ada yayı serilerini oluşturur. Aydın ve diğerleri (1984) Pontidlerde ayrıntılı jeolojik araştırmalar yaparak bu görüşü doğrular kanıtlar elde etmişlerdir.

Sonuç olarak Sinop volkanitleri de dahil, Pontidlerdeki Üst Kretase-Eosen volkanik kayaların Anadolu Tetisine (Neotetis) ait okyanus kabuğunun kuzeye yitimi ile bağlantılı olabileceği görüşü benimsenmiştir (Şekil 16).

SONUÇLAR

1 — Sinop Üst Kretase volkanitleri yastık lav, akıntı breşi, aglomera, volkanik konglomera ve dayklar ile tüflerden oluşmaktadır.

2 — Kayaçalarda olivin, piroksen, biyotit, plajiyoklas, analsim, opak mineraller ve ikincil oluşum olarak klorit, karbonat, serpantin, zeolit bulunmaktadır. Hamur fazında yaygın görülen dokular hiyalopolitik, plotaksitik ve trakitik dokulardır.

3 — SiO₂ içerikleri açısından kayaçlar bazaltik ve andezitik bileşim verirler.

4 — Soy özelliği açısından kayaçlar kalkalkalidirler.

5 — Ana ve iz element değerlendirilmesi sonucu kayaçların ada yayı ürünü oldukları saptanmıştır.

6 — Sinop volkanizmasının Pontidler altına güneyden yerleşen bir yitim zonu ile ilgili olabileceği görüşü benimsenmiştir.

KATKI BELİRTME

Saha çalışmalarını destekleyen ve bu konuda yardımcı olan MTA Jeoloji Dairesi Başkanı merhum Mustafa Saydamer ve başkan yardımcısı merhum Hasan Gün'e, başta Fikret Tekin olmak üzere Sinop Jeoloji Kampı elemanlarına ve kimyasal analizlerin yapımını sağlayan Bern Üniversitesi'nden Prof. Dr. J. Sasiano'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akm, H., 1978, Geologie, Magmatismus und Lagerstaettenbildung im ostpontischen Gebiet/Türkei, aus der Sicht der Plattentektonik: Geol. Rundsch., 68, 1, 253-283.
- Aslaner, M., 1977, Türkiye bakır-kurşun-çinko yataklarının jeolojik ve bölgesel sınıflamasıyla plaka tektoniği yönünden incelenmesi: KTÜ yayını, 85, 70 s.
- Ataman, G., Buket, E. ve Çapan, U. Z., 1975, Kuzey Anadolu fay zonu bir paleo-Benioff zonu olabilir mi?: MTA Derg., 84, 112-118.
- Aydin, M., Serdar, H. S., Şahintürk, Ö. ve Yazman, M., 1984, Orta Pontidler'in jeolojisi: Türkiye Jeol. Kur. 38. Bil. ve Tek. Kurultayı Bildiri Özet., 50-51.
- Baş, H., 1979, Petrologische und geochemische Untersuchungen an subrezentem Vulkaniten der nordanatolischen Störungszone (Absch: Erzincan-Niksar) Türkei: Doktora Tezi, Hamburg Univ., 116 s. (yayınlanmamış).
- Badgley, P. C., 1959, Stratigraphy and petroleum possibility of the Sinop region: Tidewater Atlantic-Texaco Exploration Group, Petrol Dairesi Başkanl. arşivi, Ankara.
- Bektaş, O., Pelin, S. ve Korkmaz, S., 1984, Doğu Pontid yay gerisi havzasında manto yükselimi ve polijenetik ofiyolit olgusu: Türkiye Jeol. Kur. 38. Bil. ve Tek. Kurul. Bild. Özet, 34-35.
- Bergougnan, H., 1975, Relation entre les edifices pontique et taurique dans le Nord-Est de l'Anatolie: Bull. de la Soc. Geol. de France, 7, 18, 675-686.
- Boccaletti, M., Manetti, F., Peccerillo, A. ve Peltz, S., 1974, Hypothesis on the plate tectonic evolution of the Carpatho-Balkan area: Earth Planet. Sci. Lett., 23, 193-198.
- Brown, G. M., Holland, J. G., Sigursson, H., Tomblin, J. F. ve Arculus R.J., 1976, Geochemistry of the Lesser Antilles volcanic island arc: Geochim. Cosmochim. Acta, 41, 785-801.
- Dewey, J. E., Pittman, W. C., Ryon, W. F. B. ve Bonnin, J., 1973, Plate tectonic and the evolution of the Alpine system: Geol. Soc. Amer. Bull., 84, 3137-3180.
- Eğin, D., Hirst, D. M. ve Phillips, R., 1979, The petrology and geochemistry of volcanic rocks from The Harşit river area, Pontid volcanic province, northeast Turkey: Jour. Volcanol. and Geotherm. Res, 6, 105-123.
- Garcia, M. O., 1978, Criteria for the identification of ancient volcanic arcs: Earth Sci. Rev, 14, 147-165.
- Gayle, R. B., 1959, Geology of the Sinop region: Tide-Water-Atlantic-Texaco exploration group, Petrol Dairesi Başkanl. teknik arşivi, Ankara.
- Gedik, A., Ercan, T. ve Korkmaz, S., 1983, Orta Karadeniz (Samsun-Sinop) havzasının jeolojisi ve volkanik kayaçların petrolojisi: MTA Derg. 99/100, 34-50.
- Gedik, A. ve Korkmaz, S., 1984, Sinop havzasının jeolojisi ve petrol olanakları: Jeoloji Müh. Derg, 19, 53-79.
- Gedikoğlu, A., 1978, Harşit granit karmaşığı ve çevre kayaları (Giresun-Doğankent): KTÜ Yer-bilim. Fak. Doçentlik Tezi (Yayınlanmamış).
- Gedikoğlu, A., Pelin, S. ve Özsayar, T., 1979, The main lines of geotectonic development in the East Pontides in the Mesozoic area: Geotectonics, 1, 555-580.
- Gest, D.E. ve McBirney, A. R., 1979, Genetic relations of shoshonitic and absarokitic magmas, Absaroka mountains, Wyoming: Jour. Volcanol, 6, 85-104.
- Haksal, A., 1981, Petrographie und Geochemie des Schildvulkans Karacadağ (Südostanatolien): Hamburg Univ. yüksek lisans tezi, 102 s. (yayınlanmamış).
- Irvine, T.N. ve Baragar, W.R. A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks: Canad. J. Earth Sci, 8, 523-548.
- Jakes, P. ve White, A. J. R., 1971, Composition of island arcs and continental growth: Earth Planet Sci. Lett, 12, 224-230.
- Jakes, P. ve White, A. J. R., 1972, Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas: Bull. Geol. Amer, 83, 29-39.

- Ketin, I. ve Gümüş, A., 1963, Sinop-Ayancık arasında III. Bölgeye dahil sahaların jeolojisi: TPAO raporu, no 288.
- Kiesel, W, Kluger, F., Weinke, H. H., Scholl, H. ve Klein, P., 1978, Untersuchungen an süditalianischen Vulkanites auf Lipari: *Chemie der Erde*, 37, 40-49.
- Kuno, H., 1966, Lateral variation of basalt magma type across continental margins and island arcs: *J. Petrology*, 29,195-222.
- McDonald, G. A. ve Katsura, T., 1964, Chemical composition of Hawaiian lavas: *J. Petrology*, 5, 82-133.
- McKenzie, D. E. ve Chappel, B.W., 1972, Shoshonitic and calc-alkaline lavas from the highland of Papua, New Guinea: *Contr. Min. Petrology*, 35, 50-62.
- Miyashiro, A., 1975, Classification, characteristics and origin of ophiolites: *J. Geology*, 83 249-281.
- Morrison, G. M., 1980, Characteristics and tectonic setting of the shoshonite rock association: *Lithos*, 13, 97-108.
- Pearce, J. A. ve Cann, J. R., 1973, Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses: *Earth Planet, Sci. Lett.*, 19, 290-300.
- Pearce, J. A., 1975, Basalt geochemistry used to investigate post tectonic environment on Cyprus: *Tectonophysics*, 25, 41-67.
- Pearce, J. A., 1976, Statistical analyses of major element patterns in basalts: *J. Petrology*, 17, 15-43.
- Peccerillo, A. ve Taylor, S.R., 1975, Geochemistry of Upper Cretaceous volcanic rocks from the Pontic chain, Northern Turkey: *Bull. Volcanol.*, 39, 4, 557-569.
- Peccerillo, A. ve Taylor, S. R., 1976, Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu-area, Northern Turkey: *Contr. Min. Petrology*, 53, 63-81.
- Saner, S., 1980, Batı Pontidlerin ve komşu havzaların oluşumlarının levha tektoniği kuramıyla açıklanması, Kuzeybatı Türkiye: *MTA Derg.*, 93 - **94,1-19.**
- Shervais, J. W., 1982, Ti-V plots and the petrogenesis of the modern and ophiolitic lavas: *Earth Planet. Sci. Lett.*, 59, 101-118.
- Streckeisen, A., 1967, Classification and nomenclature of igneous rocks: *N. Jb. Mineral Abh.*, 107, 144-240.
- Sütçü, F., Gedik, L, Tekin, F., Özdemir, M. ve Arel, E., 1982, Sinop II. nükleer santral yeri 1/25 000 ölçekli jeoloji ön raporu: *MTA Jeoloji Dair. raporu*, 51 s.
- Stojanov, R., 1973, Pontidlerde Harşit nehri sahasında volkanik taşların petrolojisi: *Cumhuriyetin 50. yılı Kong. Teb.*, 498-517.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. ve Ketin, I., 1980, Remnants of a pre-late Jurassic plateau in northern Turkey: Fragments of Permian - Triassic Paleotethys: *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 9,1, 599-609.
- Taylor, S.R. ve White, A.J.R., 1966, Trace element abundances in andesites: *Bull. Volcano!*, 29, 172-194.
- Taylor, S. R., 1968, *Geochemistry of andesites*; Ahrens, L. H., ed., *Origin and distribution of the elements'de*: Pergamon Press, Oxford, 559-583.
- Taylor, S. R., 1969, Trace element chemistry of andesites and associated calc-alkaline rocks: In *Proceedings of the andesite conference, State of Oregon, Dept. of Geo. and Min. Ind. Bull*, 65, 43-63.
- Taylor, S. R., Kaye, M., White, A. J. R., Duncan, A. R. ve Ewarth, A., 1969, Genetic significance of Co, Cr, Ni, Sc and V content of andesites: *Geochem. Cosmochim. Acta*, 33, 275-286.
- Terzioğlu, O. N., 1984, Ordu güneyindeki Eosen yaşlı Bayırköy volkanitlerinin jeokimyası ve petrolojisi: *C.Ü. Müh. Fak. Yerbil. Derg.*, 1, 43-59.
- Terzioğlu, S., 1972, Doğu Pontidlerin Mesozoik ve Tersiyerdeki gelişimleri, bu gelişimlerin Kuzey Anadolu sismik zonu ile muhtemel ilgileri: *Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilim. Kong. Teb.*, 14.
- Thornton, C. P. ve Tuttle, O. F., 1960, Chemistry of igneous rocks, I. Differentiation Index: *Am. Jour. Sci.*, 258, 664-684.
- Tokel, S. 1977, Doğu Karadeniz bölgesinde Eosen yaşlı kalkalkali andezitler ve jeotektonizma: *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 20, 49-54.
- Tröger, W. E., 1969, *Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, Teil 2, Textband*: E. Schweizerbarfsche Verlagbuchhandlung, Stuttgart, 822 s.
- Wedepohl, K. EL, 1975, The contribution of chemical data to assumption about the origin of magmas from the mantle: *Forschritt. Mineral*, 52, 2, 141-172.
- Yılmaz, O., 1980, Daday-devrekani masifi kuzeydoğu kesimi litostratigrafi birimleri ve tektoniği: *H. Ü. Yerbil. Derg.*, 5-6, 101435.

Yazının Geliş Tarihi : 23.9.1984

Düzeltilmiş Yazının Geliş Tarihi : 5.9.1985

Yayına Verildiği Tarih : 25.1.1986